

Docket No.: EVRMD.002C1

Page 1 of 1

IFW

Please Direct All Correspondence to Customer Number 20995

Applicant : Seong-Won Cho
App. No : 10/656,885
Filed : September 5, 2003
For : DAUBECHIES WAVELET TRANSFORM
OF IRIS IMAGE DATA FOR USE WITH
IRIS RECOGNITION SYSTEM
Examiner : Jonathan C. Schaffer
Art Unit : 2624

CERTIFICATE OF MAILING

I hereby certify that this correspondence and all marked attachments are being deposited with the United States Postal Service as first-class mail in an envelope addressed to: Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450, on

10/23/07

(Date)

Mincheol Kim, Reg. No. 51,306

**FILING OF PRIORITY DOCUMENT AFTER THE DATE
OF ISSUE FEE PAYMENT UNDER 37 C.F.R. § 1.55**

Mail Stop Amendment

Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

The PTO did not receive the following
listed item(s) check #130.00

Dear Sir:

Enclosed for filing in the above-identified application are:

- (X) Certified Copy of Priority Document #10-2001-0011440. This document is filed after the date of issue fee payment.
- (X) Check for the processing fee of \$130 set forth in 37 C.F.R. §1.17(i).
- (X) Return prepaid postcard.

This submission under 37 C.F.R. § 1.55 is to preserve the priority right to Korean Application No. 10-2001-0011440. A Certificate of Correction will be filed to confirm this priority if the patent issuing from this application does not indicate the priority claim.

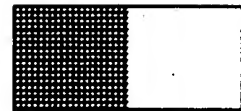
The Commissioner is hereby authorized to charge any additional fees which may be required, or credit any overpayment, to Account No. 11-1410.

The PTO did not receive the following
listed item(s) check for \$130.00

Mincheol Kim
Registration No. 51,306
Attorney of Record
Customer No. 20,995
(949) 760-0404



Issue Number : 5-5-2007-055554441



별첨 사본은 아래 출원의 원본과 동일함을 증명함.

This is to certify that the following application annexed hereto is a true copy from the records of the Korean Intellectual Property Office.

출원번호 : 10-2001-0011440
Application Number

출원년월일 : 2001년 03월 06일
Filing Date

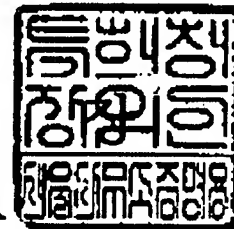
출원인 : 에버미디어 주식회사
Applicant(s) EVER MEDIA CO., LTD.

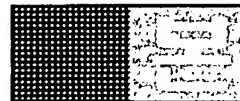


2007년 10월 10일

특허청

COMMISSIONER





별첨 사본은 아래 출원의 원본과 동일함을 증명함.

This is to certify that the following application annexed hereto is a true copy from the records of the Korean Intellectual Property Office.

출원번호 : 10-2001-0011440

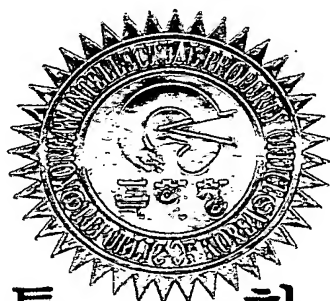
Application Number

출원년월일 : 2001년 03월 06일

Filing Date MAR 06, 2001

출원인 : 에버미디어 주식회사

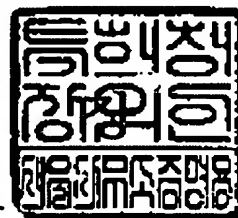
Applicant(s) EVER MEDIA CO., LTD.



2007년 10월 10일

특허청

COMMISSIONER



◆ This certificate was issued by Korean Intellectual Property Office. Please confirm any forgery or alteration of the contents by an issue number or a barcode of the document below through the KIPOnet- Online Issue of the Certificates' menu of Korean Intellectual Property Office homepage (www.kipo.go.kr). But please notice that the confirmation by the issue number is available only for 90 days.

【서지사항】

【서류명】	출원인 명의변경 신고서
【수신처】	특허청장
【제출일자】	2001.04.10
【구명의인(양도인)】	
【성명】	조성원
【출원인코드】	4-2000-043198-9
【신명의인(양수인)】	
【명칭】	에버미디어 주식회사
【출원인코드】	1-2001-013972-3
【대리인】	
【성명】	김동진
【대리인코드】	9-1999-000041-4
【포괄위임등록번호】	2001-019793-9
【포괄위임등록번호】	2001-019783-1
【대리인】	
【성명】	박형근
【대리인코드】	9-1998-000249-7
【포괄위임등록번호】	2001-019777-1
【포괄위임등록번호】	2001-019788-7
【대리인】	
【성명】	이근형
【대리인코드】	9-1998-000437-3
【포괄위임등록번호】	2001-019779-6
【포괄위임등록번호】	2001-019790-7
【사건의 표시】	
【출원번호】	10-2001-0011440
【출원일자】	2001.03.06

【심사청구일자】 2001.03.06
【발명의 명칭】 도비치스 웨이블렛 변환을 이용한 홍채인식방법
【변경원인】 전부양도
【취지】 특허법 제38조4항의 규정에 의하여 위와 같이 신고합니다.

대리인	김동진 (인)
대리인	박형근 (인)
대리인	이근형 (인)

【수수료】 13,000 원

【첨부서류】 1. 인감증명서_1통 2. 양도증_1통

【서지사항】

【서류명】	특허출원서
【권리구분】	특허
【수신처】	특허청장
【참조번호】	0004
【제출일자】	2001.03.06
【국제특허분류】	G06K 9/00
【발명의 국문명칭】	도비치스 웨이블릿 변환을 이용한 홍채인식방법
【발명의 영문명칭】	METHOD OF RECOGNIZING HUMAN IRIS USING DAUBECHIES WAVELET TRANSFORM
【출원인】	
【성명】	조성원
【출원인코드】	4-2000-043198-9
【대리인】	
【성명】	손원
【대리인코드】	9-1998-000281-5
【포괄위임등록번호】	2000-052825-8
【대리인】	
【성명】	항상준
【대리인코드】	9-1998-000619-8
【포괄위임등록번호】	2000-052810-3
【발명자】	
【성명】	조성원
【출원인코드】	4-2000-043198-9
【심사청구】	청구

【취지】 특허법 제42조의 규정에 의한 출원, 특허법 제60조의 규정에 의한 출원심사를 청구합니다.

대리인

손원 (인)

대리인

함상준 (인)

【수수료】

【기본출원료】 20 면 29,000 원

【가산출원료】 8 면 8,000 원

【우선권주장료】 0 건 0 원

【심사청구료】 5 항 269,000 원

【합계】 306,000 원

【감면사유】 개인(70%감면)

【감면후 수수료】 91,800 원

【첨부서류】 1.요약서·명세서(도면)_1통

【요약서】

【요약】

본 발명은 생체인식기술의 한 분야인 홍채인식방법에 관한 것으로, 본 발명에 따른 도비치스 웨이블렛 변환을 이용한 홍채인식방법은 할로젠 램프의 조명을 이용한 영상획득장비에 의하여 획득한 사용자의 눈 영상에 대하여 홍채영역만을 추출하기 위한 전처리를 수행하고, 상기 전처리를 거친 홍채영상에 의하여 사용자의 신원을 식별하는 홍채인식방법에 있어서, (a)상기 전처리를 거친 홍채영상에 대해서 도비치스(Daubechies) 웨이블렛 변환을 소정의 횟수 동안 반복적으로 수행하여 영상신호를 다중으로 분할하고, 상기 분할된 영역 중에서 특징추출을 위하여 고주파성분만을 포함한 영역을 추출하는 단계; (b)상기 추출된 고주파 성분의 영역에 대해서 특징벡터를 구성하는 정보들의 값을 추출하고, 해당 값들을 양자화하여 이진 특징벡터를 생성하는 단계; 및 (c)상기 생성된 특징벡터와 기존에 등록된 특징벡터의 유사도를 측정하여 사용자의 진위여부를 판별하는 단계로 구성되는 것을 특징으로 한다.

【대표도】

도 2

【색인어】

홍채영상, 도비치스 웨이블렛 변환, 특징벡터, 오인식률, 유사도측정,

【명세서】

【발명의 명칭】

도비치스 웨이블렛 변환을 이용한 홍채인식방법{METHOD OF RECOGNIZING HUMAN IRIS USING DAUBECHIES WAVELET TRANSFORM}

【도면의 간단한 설명】

- <1> 도 1은 본 발명에 따른 홍채인식방법을 위한 영상획득장비의 구성도이다.
- <2> 도 2는 본 발명에 따른 홍채영상의 검증과정을 나타낸 플로우차트이다.
- <3> 도 3은 본 발명에 따른 도비치스 웨이블렛 변환에 의한 홍채영상의 다중분할
- <4> 과정을 나타낸 플로우차트이다.
- <5> 도 4는 도비치스 웨이블렛 변환을 이용한 홍채영상의 다중분할의 예를 도시
- <6> 한 것이다.
- <7> 도 5는 본 발명에 따른 홍채영상의 다중분할과정에서 얻어진 데이터에 의해
- <8> 홍채영상의 특징벡터를 구성하는 과정을 나타낸 플로우차트이다.
- <9> 도 6a는 추출된 홍채영상의 특징값의 분포예를 도시한 것이다.
- <10> 도 6b는 도 6a의 특징값의 분포예로부터 이진 특징벡터를 생성하기 위한 양
- <11> 자화 함수를 도시한 것이다.
- <12> 도 7은 특징벡터간 유사도 측정을 통하여 사용자의 진위여부를 판별하는 과
- <13> 정을 나타낸 플로우차트이다.
- <14> ※ 도면의 주요부분에 대한 부호의 설명

- <15> 10 : 사용자의 눈 11 : 할로젠 램프 12 : 렌즈
- <16> 13 : CCD카메라 14 : 프레임 그래버 15 : 모니터

【발명의 상세한 설명】

【발명의 목적】

【발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술】

<17> 본 발명은 도비치스 웨이블렛 변환을 이용한 홍채인식방법에 관한 것으로, 보다 상세히는 홍채인식방법에 있어서, 입력된 홍채 영상신호로부터 도비치스(Daubechies) 웨이블렛 변환에 의해 홍채특징을 추출함으로써 특징벡터의 차원을 줄이고, 상기 추출된 특징값들에 대하여 양자화함수를 적용하여 이진 특징벡터를 생성한다. 즉, 저용량 특징벡터를 생성하여 저장용량의 감소와 처리시간의 단축에 의해 홍채인식의 효율성이 보다 향상되도록 하고, 상기 생성된 특징벡터와 기존에 등록된 특징벡터의 유사도 측정에 있어서도 상기 저용량 특징벡터에 적합한 측정방법을 적용하는 도비치스 웨이블렛 변환을 이용한 홍채인식방법에 관한 것이다.

<18> 홍채인식 시스템은 사람마다 고유한 눈동자의 홍채패턴을 구별해 신분을 증명하는 장치로서, 다른 생체인식 방법인 음성이나 지문보다 그 신분확인 정확성이 탁월할 뿐만 아니라 고도의 보안성을 자랑한다. 즉, 홍채(iris)는 눈의 동공과 흰 부위사이에 존재하는 영역이며, 홍채인식이란 개인마다 각기 다른 홍채 패턴을 분석하고, 그 정보를 바탕으로 개인의 신원을 인식하는 기술이라 할 수 있다.

<19> 일반적으로, 생체의 특징정보를 활용하여 개인의 신원을 확인하고 응용하려

는 기술분야에 있어서 핵심이 되는 기술은 입력영상으로부터 독특한 특징정보를 효율적으로 획득하는 것이며, 홍채영상에 대한 특징추출방법으로는 웨이블렛 변환을 사용하고 있는데, 웨이블렛 변환은 신호를 다해상도(multiresolution)로 해석하는 기법의 일종이다. 웨이블렛(Wavelet)이란 특별히 선택된 신호를 이용하여 신호 및 시스템 또는 이러한 일련의 과정들을 위한 모델을 만드는 수학적 이론으로서, 특별히 선택된 신호를 리틀 웨이브(Little Wave) 또는 웨이블렛(Wavelet)이라고 한다. 웨이블렛(Wavelet)은 푸리에 변환에 기반을 둔 기존의 신호처리 알고리즘에 비해 속도가 빠르고 시간과 주파수영역에서 신호의 국소화를 효율적으로 구현하기 때문에, 최근 신호 및 영상처리 분야에 많이 응용되고 있다.

<20>

한편, 영상획득장비에 의하여 획득된 홍채영상으로부터 홍채패턴만을 추출하여 450×60 의 크기로 정규화된 영상은 웨이블렛(Wavelet)변환을 이용하여 특징값을 추출하게 된다. 기존의 홍채인식 또는 영상처리 등에서는 하(Harr) 웨이블렛변환이 많이 사용되었지만, 하(Harr) 웨이블렛함수는 불연속적으로 값이 급격히 변하는 단점이 있고, 영상을 압축한 후에 다시 복원할 경우에 높은 해상도의 영상을 얻을 수 없는 문제점이 있었다. 이에 반하여, 도비치스(Daubechies) 웨이블렛함수는 연속함수이기 때문에 불연속적으로 값이 급격히 변하는 하(Harr) 웨이블렛함수의 단점을 보완하여 보다 정확하고 정교한 특징값을 추출하는 것이 가능하며, 따라서 이를 이용하여 영상을 압축한 후에 다시 복원할 경우, 하(Harr) 웨이블렛을 이용했을 때보다 더욱 원래의 영상에 가깝게 고해상도로 복원할 수 있다. 다만, 도비치스(Daubechies) 웨이블렛함수는 하(Harr) 웨이블렛함수 보다 복잡하기 때문에, 이를

이용할 경우 연산량이 많다는 단점이 있지만, 이것은 최근 초고속 마이크로프로세서의 등장으로 인하여 극복가능한 문제이다.

<21> 상기 도비치스(Daubechies) 웨이블릿 변환은 특징추출을 위한 웨이블릿 변환을 수행하는 과정에서 세밀한 특징을 취할 수 있는 장점이 있다. 즉, 도비치스(Daubechies) 웨이블릿 변환을 사용하면 저용량으로 홍채의 특징표현이 가능할 뿐만 아니라 정확한 특징의 추출이 가능한 것이다.

<22> 기존의 홍채인식 분야에서는 가버변환을 이용하여 특징을 추출하고 벡터를 구성하는 방법이 주류를 이루어 왔으나, 이러한 방법들에 의해 생성된 특징벡터는 256이상의 차원으로 구성되어, 한 차원당 한 바이트를 차지한다고 가정을 해도 최소한 256바이트 이상을 차지하기 때문에 저용량 정보를 필요로 하는 분야에 적용시에는 실용성과 효율성이 저하되는 문제점을 갖고 있으므로, 패턴정보의 처리와 저장 및 전송, 검색 등이 효율적으로 이루어질 수 있는 저용량 특징벡터의 구성방법에 대한 필요성이 대두되어 왔다. 또한, 미국 특허공보 제5,291,560호와 같은 종래의 기술에서는 패턴 분류를 위해서 두 특징벡터(입력 패턴에 대한 특징벡터와 저장되어 있는 참조특징벡터)간의 해밍거리(HD;hamming distance)와 같은 간단한 거리측량방법을 이용하기 때문에 패턴정보의 일반화를 통한 참조특징벡터의 구성이 용이하지 않고 특징벡터의 각 차원이 가지는 정보의 특성을 적절히 반영하지 못하는 단점을 가지고 있다.

<23> 즉, 이진벡터로 생성된 두 특징벡터의 검증을 위하여 해밍거리를 이용하는 방법에 있어서, 각 차원별로 할당된 비트값을 비교하여 일치하면 0, 다르면 1을 반

환하여 이를 총 차원수로 나누어 최종결과를 나타내게 된다. 이는 이진코드들로 형성된 특징벡터의 일치 정도를 판별하는데 있어서 간단하고도 유용한 방법이다. 해밍거리를 이용하게 되면 동일한 데이터의 경우 모든 비트의 비교결과가 0이 되게 되므로 0에 가까운 결과일수록 본인의 데이터임을 알 수 있다. 타인의 데이터인 경우 그 일치정도가 확률상 0.5를 나타내게 되므로 타인의 데이터와의 비교시 0.5 근처에 값이 집중해 있음을 알 수 있다. 따라서, 0과 0.5사이에 적절한 경계치를 설정하면 본인과 타인의 데이터를 구분짓는 경계가 되는 것이다. 해밍거리(HD)는 추출된 홍채특징으로부터 데이터를 세분하여 정보를 얻은 경우에는 그 성능이 우수하지만, 저용량의 데이터를 사용하고자 하는 경우에는 적합하지 않다. 다시말해서, 특징벡터의 정보가 256바이트로서 비교되는 총 비트수가 2,048개인 경우에는 해밍거리를 적용하여도 상당히 높은 인식율을 확보할 수 있지만, 본 발명에서와 같이 특징벡터의 수가 감소한 저용량 특징벡터를 사용하는 경우에는 높은 인식률을 확보할 수 없는 것이다.

<24> 한편, 상기 저용량 특징벡터를 사용하는 경우에도 손실되는 정보가 많아지기 때문에 인식률 향상에 어느 정도의 한계를 갖게 되는 문제점이 있으므로, 특징벡터의 용량을 최소로 유지하는 동시에 정보의 손실도 막는 방법의 도입이 특징벡터의 생성과정에 필요하다.

【발명이 이루고자 하는 기술적 과제】

<25> 본 발명은 상기한 문제점을 해결하기 위한 것으로서, 본 발명의 목적은 입력된 입력된 홍채 영상신호로부터 도비치스(Daubechies) 웨이블렛 변환에 의해 홍채

의 특징을 추출하여, 종래의 하(Harr) 웨이블렛 변환에 의한 특징추출에 비하여 오인식률(FAR)과 오거부율(FRR)을 현저하게 감소시킬 수 있는 저용량 특징벡터의 구성방법을 제공하는데 있다.

<26> 또한, 저용량 특징벡터의 구성에 따른 정보의 손실을 최소화할 수 있는, 저용량 특징벡터에 적합한 특징벡터 간의 유사도 측정방법을 제공하는데 본 발명의 목적이 있다.

【발명의 구성】

<27> 상기한 본 발명의 목적을 달성하기 위해, 본 발명에 따른 도비치스 웨이블렛 변환을 이용한 홍채인식방법은 할로겐 램프의 조명을 이용한 영상획득장비에 의하여 획득한 사용자의 눈 영상에 대하여 홍채영역만을 추출하기 위한 전처리를 수행하고, 상기 전처리를 거친 홍채영상에 의하여 사용자의 신원을 식별하는 홍채인식 방법에 있어서, (a)상기 전처리를 거친 홍채영상에 대해서 도비치스(Daubechies) 웨이블렛 변환을 소정의 횟수 동안 반복적으로 수행하여 영상신호를 다중으로 분할하고, 상기 분할된 영역 중에서 특징추출을 위하여 고주파성분만을 포함한 영역을 추출하는 단계; (b)상기 추출된 고주파 성분의 영역에 대해서 특징벡터를 구성하는 정보들의 값을 추출하고, 해당 값들을 양자화하여 이진 특징벡터를 생성하는 단계; 및 (c)상기 생성된 특징벡터와 기존에 등록된 특징벡터의 유사도를 측정하여 사용자의 진위여부를 판별하는 단계로 구성되는 것을 특징으로 한다.

<28> 본 발명을 개략적으로 설명하면, 할로겐 램프의 조명을 이용한 영상획득장비를 통하여 홍채영상을 획득하고, 입력되는 홍채영상에 대해서 웨이블렛 변환의 반

복 수행을 통하여 홍채 영상신호를 다중분할하여 최적화된 크기의 특징들을 추출하고, 상기 추출한 특징값들에 대하여 양자화과정을 거쳐 패턴의 표상과 처리면에서 효과적인 특징벡터를 구성한다. 상기 웨이블릿 변환을 사용함에 있어서는 도비치스(Daubechies) 웨이블릿 변환을 사용함으로써, 웨이블릿의 장점을 최대한 살리면서 보다 더 정확한 특징값의 추출이 가능하도록 하였으며, 상기 추출된 특징값들을 이진값으로 양자화하여 특징벡터의 차원을 줄인 경우 즉, 저용량 특징벡터를 구성한 경우 이에 따른 인식률 저하를 방지하기 위해 상기 저용량 특징벡터에 적합한 검증 방법으로서, 가중치를 부여하여 등록특징벡터와 입력특징벡터 사이의 유사도를 측정하는 방법을 사용하게 되며, 이로써 사용자의 진위여부를 판별하게 된다.

<29> 이하 본 발명에 따른 도비치스 웨이블릿 변환을 이용한 홍채인식방법에 대해서 첨부한 도면을 참조하여 상세하게 설명한다.

<30> 도 1은 본 발명에 따른 홍채인식방법을 위한 영상획득장비의 구성도로서, 도 1을 참조하여 홍채영상 획득장비의 구성을 설명하면, 본 발명에 따른 홍채인식방법을 위한 영상획득장비는 선명한 홍채패턴을 획득할 수 있도록 조명해주는 할로젠 램프(11)와 렌즈(12)를 통하여 사용자의 눈(10)을 촬영하는 CCD카메라(13), 상기 CCD카메라(13)와 연결되어 홍채영상을 획득하는 프레임 그래버(14; Frame Grabber) 및 영상획득시 정확한 영상획득과 사용자의 위치선정 편의를 도모하기 위하여 현재 카메라에 입력되는 영상을 사용자에게 보여줄 수 있도록 하는 모니터(15)로 구성된다.

<31> 상기 영상획득장비의 구성에 있어서, 영상획득에는 CCD카메라를 사용하며,

홍채 주름의 무늬 특성 분석을 통해 홍채 인식을 수행한다. 한편, 실내에서 보통의 조명을 가지고 홍채 영상을 획득하는 경우에는 홍채영상이 전반적으로 어둡기 때문에 원하는 패턴 정보를 추출하기 어렵다. 따라서, 홍채영상의 정보가 손실되지 않도록 별도의 주변조명을 사용하게 되는데, 이러한 경우에 반사광에 의한 홍채패턴 정보의 손실과 인식성능의 저하를 방지하고, 또한 선명한 홍채 패턴을 얻을 수 있도록 적절한 조명을 사용하여야 한다. 본 발명에서는 홍채패턴을 선명히 드러낼 수 있도록 강력한 투광효과를 나타내는 할로겐 램프(11)를 주조명으로 사용하고, 도 1에서와 같이 할로겐 램프의 조명을 좌우 측면에 위치시켜서 램프의 반사광이 홍채 영역의 외곽에 맺히도록 함으로써, 홍채영상의 정보가 손실되지 않도록 하고, 또한 사용자의 눈의 피로를 방지하게 한다.

<32>

도 2는 본 발명에 따른 홍채영상의 검증과정을 나타낸 플로우차트로서, 도 2를 참조하여 설명하면, 단계200에서는 상기에서 설명한 영상획득장비를 통하여 사용자의 눈 영상을 획득하고, 단계210에서는 상기 획득한 눈 영상으로부터 전처리 과정을 거쳐 홍채영역만을 추출하여 극좌표계로 변환하고, 그 변환한 홍채패턴은 특징추출 모듈의 입력으로 제공된다. 단계220에서는 상기 극좌표로 변환한 홍채패턴을 입력받아 도비치스(Daubechies) 웨이블렛 변환을 수행하여 홍채영역의 특징을 추출해낸다. 상기 추출된 특징은 실수값을 갖게 된다. 단계230에서는 상기 추출된 특징에 대하여 K레벨 양자화함수를 적용하여 이진 특징벡터를 생성하고, 단계240에서는 생성된 특징벡터와 기존에 저장되어 있던 사용자의 등록데이터와의 유사도를 측정한다. 이 결과를 통하여 사용자의 진위여부를 판별하여 검증결과를 나타낸다.

<33> 상기와 같이 도비치스(Daubechies) 웨이블렛 변환을 수행하여 홍채영역의 특징을 추출하는 경우에, 8계수와 16계수 혹은 그 이상의 계수를 가지는 도비치스 웨이블렛 함수는 4계수 도비치스 웨이블렛 함수보다 복잡하지만 더욱 정교한 특징값을 추출할 수 있다. 그러나, 본 발명에서는 8계수 이상의 도비치스 웨이블렛 함수를 사용하여 실험한 결과 4계수일때 보다 큰 성능의 향상이 없었고, 상당히 연산량이 많아져 처리시간이 길어짐에 따라 특징값을 추출할때 4계수 도비치스 웨이블렛 함수를 사용하였다.

<34> 도 3은 본 발명에 따른 도비치스(Daubechies) 웨이블렛 변환을 수행하여 홍채영상을 다중분할하는 과정을 나타낸 플로우차트이고, 도 4는 도비치스 웨이블렛 변환을 이용한 영상분할을 도시한 것이다. 도 3과 도4를 참조하여 설명하면, 본 발명에서는 홍채영상의 특징추출을 수행함에 있어서, 다양한 모(mother)웨이블렛 중에서 도비치스(Daubechies) 웨이블렛을 사용하며, 도 4에서 저주파(low frequency) 성분을 L로 표시하고, 고주파(High frequency) 성분을 H로 표시할 때, LL부분은 x,y방향 모두 저대역필터(LPF; low pass filter)를 통과시킨 성분이고, HH는 모두 고대역필터(HPF; high pass filter)를 통과시킨 성분이라는 것을 의미하며, 아래첨자의 숫자는 영상분할의 단계를 의미하는 것으로서 예를 들어, LH₂의 경우에는 2단계의 웨이블렛 분할에서 x방향으로 저대역필터(LPF; low pass filter)를 통과시키고 y방향으로 고대역필터(HPF; high pass filter)를 통과시킨 것을 의미한다.

<35> 단계310에서는 입력된 홍채영상에 대해서 도비치스(Daubechies) 웨이블렛 변

환을 적용하여 홍채영상을 다중으로 분할한다. 홍채영상은 일차원신호가 x축과 y축으로 나열되어 있는 2차원 신호로 생각할 수 있기 때문에 이를 분석하기 위해서 각각 x,y방향으로 LPF와 HPF를 통과시켜 한 영상에 대해서 네 부분의 분할된 성분을 추출한다. 즉, 2차원 영상신호에 대해 각각 가로와 세로에 대해 웨이블릿 변환을 수행하게 되어 웨이블릿 1회 수행에 대해 LL,LH,HL,HH 네영역으로 분할된다. 이때, 도비치스(Daubechies) 웨이블릿 변환을 통해 고대역 필터(HPF; high pass filter)를 통과한 성분인 신호의 차성분 D(difference)와, 저대역필터(LPF; low pass filter)를 통과한 성분인 신호의 평균성분인 A(average)로 신호가 분할된다.

<36> 한편, 홍채인식 시스템의 성능은 오인식률(FAR:False Acceptance Rate)과 오거부율(FRR:False Rejection Rate)이라는 두가지 요소로 평가된다. 여기에서, 오인식률(FAR)은 등록되지 않은 사람을 등록된 것으로 잘못 인식해 출입을 허용할 가능성을 의미하며, 오거부율(FRR)은 등록된 사람을 등록되지 않은 사람으로 판정해 출입을 거부하는 비율을 의미하는 것으로서, 참고로, 본 발명에 따른 도비치스 웨이블릿 변환을 이용한 홍채인식방법을 적용한 경우에는 종래의 하 웨이블릿 변환을 이용한 홍채인식방법에 비하여 오인식률(FAR)이 5.5%에서 3.07%로 감소하고, 오거부율(FRR)은 5.0%에서 2.25%로 감소하였다.

<37> 단계320에서는 상기 분할한 홍채영상으로부터 x축과 y축에 대하여 모두 고주파성분만을 포함하는 영역(HH)을 추출한다.

<38> 단계330에서는 상기 홍채영상의 분할시에 반복횟수를 증가하여 그 반복횟수가 지정된 횟수 보다 큰 경우에 처리과정을 종료하게 되며, 이에 반하여 반복횟수

가 지정된 횡수 보다 작은 경우에는 단계340에서 HH영역의 정보를 특징추출을 위한 정보로서 저장한다.

<39> 또한, 단계350에서는 다중분할된 영상에서 x축 및 y축에 대해 모두 저주파 성분만을 포함하는 영역(LL)을 추출하고, 상기 추출한 LL부분(전 영상에 비해 크기가 1/4로 줄어든 영상)에 영상의 주요 정보가 포함되어 있으므로 해당 부분에 웨이블릿을 다시 적용할 수 있도록 새로운 처리대상 영상으로 제공함으로써, 다시 단계 310의 과정부터 도비치스(Daubechies) 웨이블릿 변환을 반복수행하게 된다.

<40> 한편, 홍채영상을 직각좌표계에서 극좌표계로 변환하는 경우에, 동공의 크기 변화에 따른 홍채 특징의 변화가 없도록 하기 위해 내/외부 경계 사이를 60개의 간격으로 나누어 정규화 작업을 하고, θ 를 0.8씩 변화시켜 450개의 정보를 표현하도록 하면, 최종적으로 $\theta \times r = 450 \times 60$ 개의 홍채영상의 정보를 얻게 되며, 홍채영상에서 1회의 웨이블릿 변환을 수행하게 되면 크기가 반으로 줄어든 225×30 인 HH_1 영역의 특징을 얻을 수 있다. 즉, 특징 벡터로는 225×30 개의 정보를 사용하게 되는 것이다. 이 정보를 그대로 사용하여도 무방하나 그 정보의 크기를 줄이기 위해 신호의 분할과정을 다시 반복수행한다. LL부분에 영상의 주요정보가 포함되어 있기 때문에 해당 부분에 웨이블릿을 다시 적용하면 HH_2, HH_3, HH_4 와 같이 크기가 줄어든 특징값들을 얻을 수 있다.

<41> 상기에서 웨이블릿의 반복수행을 위한 판단기준으로 제공되는 반복횟수는 정보의 손실여부 및 특징벡터의 크기를 고려하여 적절한 값으로 설정되어야 한다. 따

라서, 본발명의 경우에는 웨이블릿을 4회 수행하여 얻어진 HH₄영역을 주 특징영역으로 삼아 그 값들을 특징벡터의 구성요소로 취한다. 이때, HH₄영역은 $28 \times 3 = 84$ 개의 정보를 담고 있다.

<42>

도 5는 본 발명에 따른 홍채영상의 다중분할과정에서 얻어진 데이터에 의해 홍채영상의 특징벡터를 구성하는 과정을 나타낸 플로우차트로서, 도 5를 참조하여 설명하면, 단계510에서는 상기 과정에서 추출된 N개의 특징벡터 즉, HH₁, HH₂, HH₃ 및 HH₄영역에 대한 정보를 입력받는다. 단계520에서는 상기 N개의 특징벡터중에서 가장 마지막 웨이블릿 변환을 통해 얻어진 HH₄영역의 정보를 제외한 HH₁, HH₂, HH₃에 대해서는 각 영역별 특징정보를 취하기 위한 각 영역의 평균값을 구해서 1차원씩을 할당한다. 단계530에서는 가장 마지막 으로 얻어진 HH₄영역에 대해서 해당 영역의 모든 값들을 각각의 특징으로 추출한다. 홍채영상신호에 대하여 특징이 추출되면 이를 통하여 특징벡터를 생성하게 된다. 특징값이 실수의 형태로 추출되고, 이를 0과 1의 이진코드로 변환하는 것이 특징벡터 생성 모듈의 주 과정이다.

<43>

한편, 단계540에서는 단계520에서 추출된 N-1개의 값과 단계530에서 추출된 M개(가장 마지막 으로 얻어진 HH영역의 크기)의 값을 결합하여 $\{M+(N-1)\}$ 차원의 특징 벡터를 생성한다. 즉, 본 발명에 있어서는 HH₄영역의 특징벡터 84개와 HH₁, HH₂, HH₃의 평균값 데이터 3개를 결합하여 총 87개의 데이터를 특징벡터로 사용하게 된다.

<44> 단계550에서는 앞서 구해진 벡터의 모든값들 즉, 실수값으로 표현되는 특징 벡터의 각 요소 값들을 0 또는 1의 이진값으로 양자화 과정을 수행하고, 단계560에서는 양자화된 값들을 사용하여 $\{M+(N-1)\}$ 비트의 최종 특징벡터를 생성한다. 즉, 본 발명에 있어서는 87비트의 최종 특징벡터를 생성한다.

<45> 도 6a는 추출된 홍채영상의 특징값의 분포예를 도시한 것으로서, 87차원의 특징벡터값의 분포를 각 차원별로 나타내보면 대략 도 6a와 같은 형태를 나타내게 된다. 각 차원별 이진벡터의 생성은 하기 수학식1에 의한다.

【수학식 1】

<46> $f_n = 0 \quad \text{if } f(n) < 0$,

<47> $f_n = 1 \quad \text{if } f(n) \geq 0$.

<48> 여기에서, $f(n)$ 은 n 번째 차원의 특징값이고, f_n 은 n 번째 특징벡터값이다.

<49> 저용량 특징벡터를 사용하기 위해 총 87차원에 대하여 1비트씩을 할당하여 87비트의 특징벡터를 생성할 경우에는 손실되는 정보가 많아지기 때문에 인식을 향상에 어느정도의 한계를 갖게 된다. 따라서, 특징벡터의 용량을 최소로 유지하는 가운데 정보의 손실도 막는 방법의 도입이 특징벡터의 생성과정에 필요한 것이다.

<50> 도 6b는 도 6a의 특징값의 분포예로부터 이진 특징벡터를 생성하기 위한 양자화 함수를 도시한 것으로서, 도 6a와 같이 $\{M+(N-1)\}$ 차원으로 추출한 특징벡터는 0을 중심으로 그 크기가 최대 1과 -1의 사이에서 고루 분포하게 되며, 이를 도 6b와 같은 K레벨 양자화 함수를 적용하여 이진벡터를 생성하도록 한다. 상기 수학식1

의 과정을 통해서 그 특징값의 부호만을 취하게 되므로, 그 크기의 정보는 버려진 것을 알 수 있고, 본 발명에서는 그 크기를 취하기 위한 방법으로 4레벨 양자화를 선택하였다.

<51> 상기와 같이, 4레벨 양자화를 통하여 생성된 특징벡터의 효과적인 비교를 위하여 각각의 양자화 레벨에 하기의 수학식2와 같이 가중치를 두게 된다.

【수학식 2】

<52> $f_n = 4, \quad f(n) \geq 0.5 \quad (\text{level } 4)$

<53> $f_n = 1, \quad 0.5 > f(n) \geq 0 \quad (\text{level } 3)$

<54> $f_n = -1, \quad 0 > f(n) \geq -0.5 \quad (\text{level } 2)$

<55> $f_n = -4, \quad f(n) \geq -0.5 \quad (\text{level } 1)$

<56> 여기에서, f_n 은 기존에 등록되어 있던 사용자의 특징벡터(f_R)나 사용자의 눈 영상에서 획득한 홍채영상으로부터 생성한 사용자의 특징벡터(f_T)의 i 번째 차원을 의미하며, 상기 수학식2에 의한 가중치적용을 설명하면 하기와 같다.

<57> 먼저 n 번째 차원의 특징값인 $f(n)$ 이 0.5 이상(level 4)으로서 상기 특징벡터의 i 번째 차원인 f_{Ri} 나 f_{Ti} 가 11인 경우에는 f_{Ri} 나 f_{Ti} 를 4로 변환하고, $f(n)$ 이 0 이상이고 0.5보다 작은 경우(level 3)로서 f_{Ri} 나 f_{Ti} 가 10일때 f_{Ri} 나 f_{Ti} 를 1로 변환하며, $f(n)$ 이 -0.5 이상이고 0보다 작은 경우(level 2)로서 f_{Ri} 나 f_{Ti} 가 01일때 f_{Ri} 나

f_{Ti} 를 -1로 변환하고, $f(n)$ 이 -0.5 이상(level 1)으로서 상기 특징벡터의 i 번째 차원인 f_{Ri} 나 f_{Ti} 가 00일때 f_{Ri} 나 f_{Ti} 를 -4로 변환한다. 상기 수학식2와 같이 각각의 값에 가중치를 적용하는 것은 그 다음 이어지는 검증방법에 적절하기 때문이다.

<58> 도 7은 특징벡터간 유사도 측정을 통하여 사용자의 진위여부를 판별하는 과정을 나타낸 플로우차트로서, 도 7을 참조하면, 단계710에서는 사용자의 눈 영상에서 획득한 홍채영상으로부터 사용자의 특징벡터(f_T)를 생성하고, 단계720에서는 기존에 등록되어 있던 사용자의 특징벡터(f_R)를 검색하여, 단계730에서는 두 특징벡터 사이의 유사도 측정을 위하여 상기 수학식2에 의하여 특징벡터 f_T 와 f_R 에 대해 이진 특징벡터의 값에 따라 가중치를 적용한다.

<59> 단계740에서는 두 특징벡터 간의 내적(S)을 계산하여 최종적으로 유사도를 측정하게 된다. 등록된 특징벡터(f_R)와 사용자의 특징벡터(f_T) 사이의 관계를 측정하는데 일반적으로 사용되는 측도들 중 가장 직접적인 연관성을 나타내는 측도는 바로 두 특징벡터 간의 내적(S)이다. 즉, 상기 단계730에서 각 데이터에 가중치를 적용한 후에, 두 특징벡터 간의 유사도를 확인하기 위해서 두 특징벡터 간의 내적(S)을 사용하는 것이다.

<60> 하기의 수학식3은 상기 두 특징벡터 간의 내적(S)을 계산하기 위한 것이다.

【수학식 3】

<61>
$$S = \sum_{i=1}^n f_{Ri} f_{Ti} = (f_{R1} f_{T1} + f_{R1} f_{T1} + \dots f_{Rn} f_{Tn})$$

<62> 여기에서, f_R 은 기존에 등록되어 있던 사용자의 특징벡터이며, f_T 는 사용자의 눈 영상에서 획득한 홍채영상으로부터 생성한 사용자의 특징벡터이다.

<63> 상기와 같은 과정에 의할 경우, 먼저 홍채영상으로부터 추출된 각 차원별 특징벡터값에 대하여 상기 수학식1에 의하여 이진 벡터를 생성하는 방법에서와 같은 부호에 따른 양자화의 효과를 유지할 수 있다. 즉, 해밍거리와 같이 0과 1의 차이를 나타낼 수 있게 되는데, 이는 각 차원에 대해서 동일한 부호의 값을 가질 경우에는 두 특징벡터 간의 내적(S)에 더해지는 값은 양의 값을 유지하고, 각 차원에 대해서 동일하지 않은 부호의 값을 가질 경우에는 음의 값이 더해지게 되어, 동일인의 데이터에 대해서는 두 특징벡터 간의 내적(S)이 크게 되고, 동일인의 데이터가 아닌 경우에는 두 특징벡터 간의 내적(S)이 작게 되어지는 효과가 있다.

<64> 단계750에서는 상기 두 특징벡터 간의 내적(S)에 의하여 측정된 유사도에 따라 사용자의 진위여부를 판별하게 되며, 상기 측정된 유사도에 따른 사용자의 진위여부판별은 하기의 수학식4에 의한다.

【수학식 4】

<65> if $S \geq C$, then TRUE else FALSE

<66> 여기에서, C는 두 특징벡터의 유사도를 검증하는 검증기준치이며, 상기 계산

된 두 특징벡터 간의 내적(S)이 검증기준치(C) 이상이면 진정한 사용자로 판별하고, 그외에는 진정하지 않은 사용자로 판별하게 된다.

【발명의 효과】

<67> 상술한 바와 같이, 본 발명에 따른 도비치스 웨이블릿 변환을 이용한 홍채인식방법은 입력된 홍채 영상신호로부터 도비치스(Daubechies) 웨이블릿 변환에 의해 홍채의 특징을 추출함으로써, 종래의 하(Harr) 웨이블릿 변환에 의한 특징추출에 비하여 오인식률(FAR)과 오거부율(FRR)이 현저하게 감소하는 효과가 있다.

<68> 또한, 등록된 특징벡터(f_R)와 추출된 특징벡터(f_T) 간의 유사도를 검증하기 위해 두 특징벡터 간의 내적(S)을 계산하고, 상기 계산된 두 특징벡터 간의 내적(S)에 의해 측정된 유사도에 따라 사용자의 진위여부를 판별함으로써, 저용량 특징벡터의 구성에 따른 정보의 손실이 최소화되도록 하는 특징벡터 간의 유사도 측정 방법을 제공하는 효과가 있는 것이다.

<69> 이상에서 설명한 것은 본 발명에 따른 도비치스 웨이블릿 변환을 이용한 홍채인식방법을 실시하기 위한 하나의 실시예에 불과한 것으로서, 본 발명은 상기한 실시예에 한정되지 않고, 이하의 특허청구범위에서 청구하는 바와 같이 본 발명의 요지를 벗어남이 없이 당해 발명이 속하는 분야에서 통상의 지식을 가진자라면 누구든지 다양한 변경실시가 가능한 범위까지 본 발명의 기술적 정신이 있다고 할 것이다.

【특허청구범위】

【청구항 1】

할로겐 램프의 조명을 이용한 영상획득장비에 의하여 획득한 사용자의 눈 영상에 대하여 홍채영역만을 추출하기 위한 전처리를 수행하고, 상기 전처리를 거친 홍채영상에 의하여 사용자의 신원을 식별하는 홍채인식방법에 있어서,

(a)상기 전처리를 거친 홍채영상에 대해서 도비치스(Daubechies) 웨이블렛 변환을 소정의 횟수 동안 반복적으로 수행하여 영상신호를 다중으로 분할하고, 상기 분할된 영역 중에서 특징추출을 위하여 고주파성분만을 포함한 영역을 추출하는 단계;

(b)상기 추출된 고주파 성분의 영역에 대해서 특징벡터를 구성하는 정보들의 값을 추출하고, 해당 값들을 양자화하여 이진 특징벡터를 생성하는 단계; 및

(c)상기 생성된 특징벡터와 기존에 등록된 특징벡터의 유사도를 측정하여 사용자의 진위여부를 판별하는 단계로 구성되는 것을 특징으로 하는 도비치스 웨이블렛 변환을 이용한 홍채인식방법.

【청구항 2】

제1항에 있어서, 상기 단계(a)는

각 영상분할의 단계마다 x축과 y축에 대해 고주파성분만을 포함한 영역(HH)을 추출하여, 그 영역(HH)의 정보를 특징추출을 위한 정보로서 저장하고, 반복횟수가 지정된 반복횟수 이하인 경우에는 상기 분할된 영역중에서 x축과 y축에 대해 저

주파성분만을 포함하는 영역(LL)을 추출하여 다중분할을 수행하고, 반복횟수가 지정된 반복횟수에 도달하면 영상의 다중분할을 종료하는 것을 특징으로 하는 도비치스 웨이블릿 변환을 이용한 홍채인식방법.

【청구항 3】

제2항에 있어서,

상기 지정된 반복횟수는 4회로 설정되는 것을 특징으로 하는 도비치스 웨이블릿 변환을 이용한 홍채인식방법.

【청구항 4】

제1항에 있어서, 상기 단계(b)는

상기 단계(a)에서의 다중분할에 의해 형성된 다수개의 고주파 영역(HH_i)에 대한 분할영상을 입력받는 단계;

상기 입력된 고주파 영역중에 가장 마지막으로 얻어진 HH영역(HH_n)을 제외한 나머지 모든 HH영역(N-1)의 정보에 대하여 각 영역의 평균값을 구하고, 그 구해진 (N-1)개의 평균값을 특징벡터의 한 구성요소로 각각 할당하는 단계;

상기 입력된 고주파 영역중에 가장 마지막으로 얻어진 HH영역(HH_n)에 존재하는 M개의 모든 값들을 특징벡터의 구성요소로 각각 할당하는 단계;

상기 (N-1)개의 평균값과 M개의 값을 결합하여 {M+(N-1)}차원의 특징벡터를 생성하는 단계; 및

상기 생성된 특징벡터의 각 요소값들을 이진값으로 양자화하여 $\{M+(N-1)\}$ 비트의 최종 특징벡터로 생성하는 단계로 구성되는 것을 특징으로 하는 도비치스 웨이블렛 변환을 이용한 홍채인식방법.

【청구항 5】

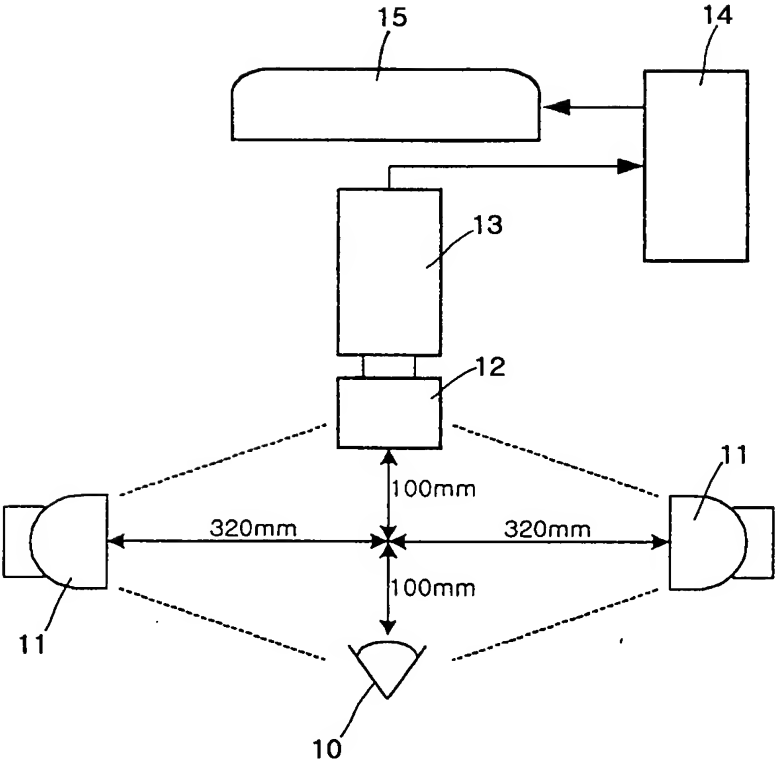
제1항에 있어서, 상기 단계(c)는

상기 단계(b)에서 생성된 특징벡터(f_R)와 기존에 등록된 특징벡터(f_T)의 i 번째 차원에 각각 가중치를 적용하는 단계;

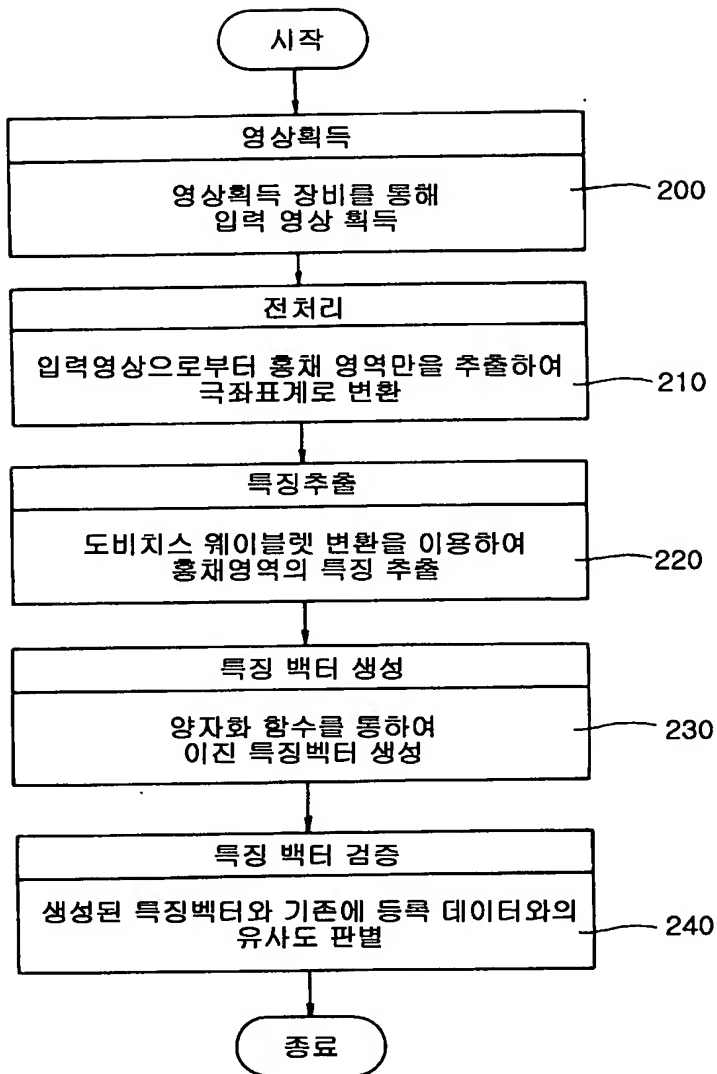
상기 가중치가 적용된 두 특징벡터 간의 내적(S)을 계산하고, 그 계산된 두 특징벡터 간의 내적(S)이 검증기준치(C) 이상이면 진정한 사용자로 판별하는 단계로 구성되는 것을 특징으로 하는 도비치스 웨이블렛 변환을 이용한 홍채인식방법.

【도면】

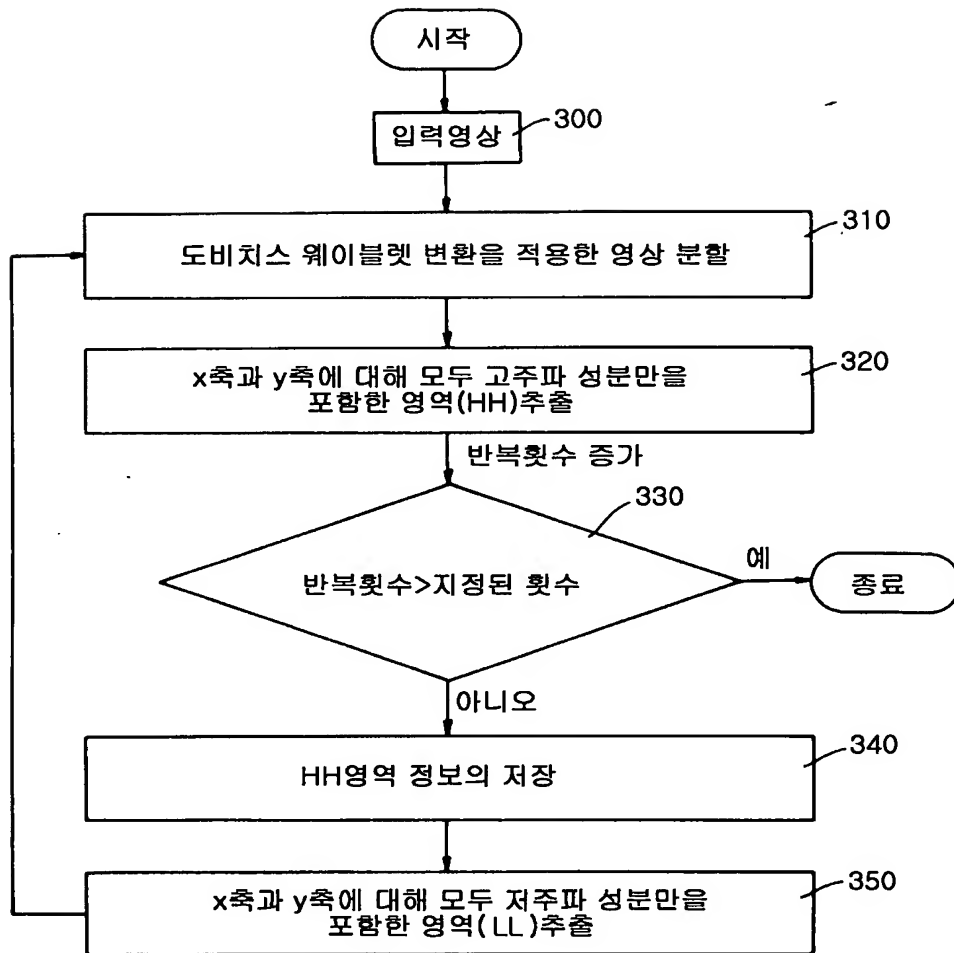
【도 1】



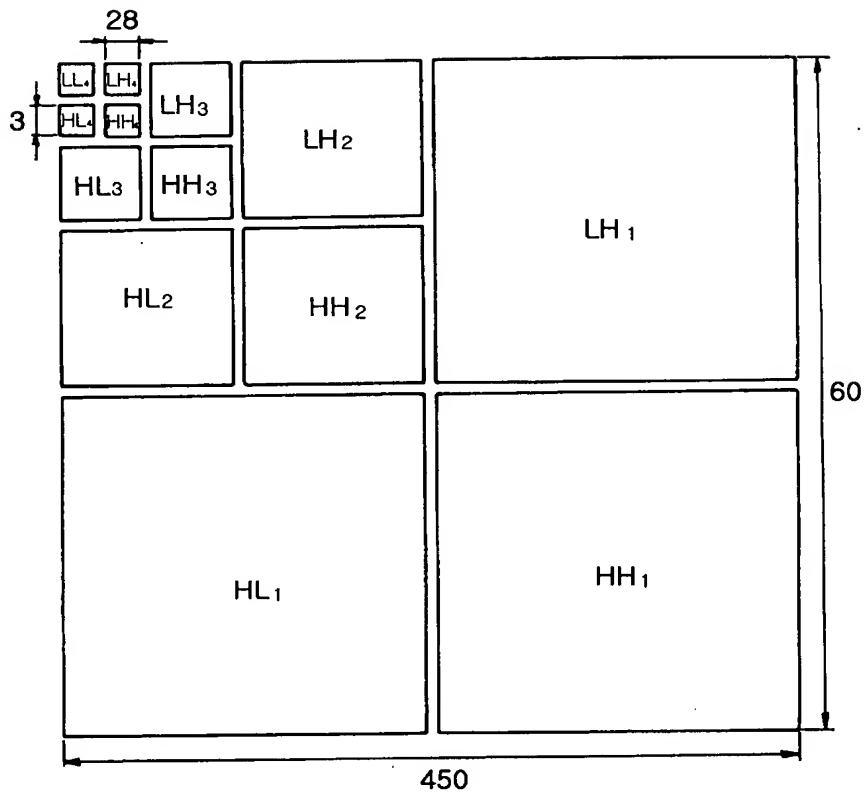
【도 2】



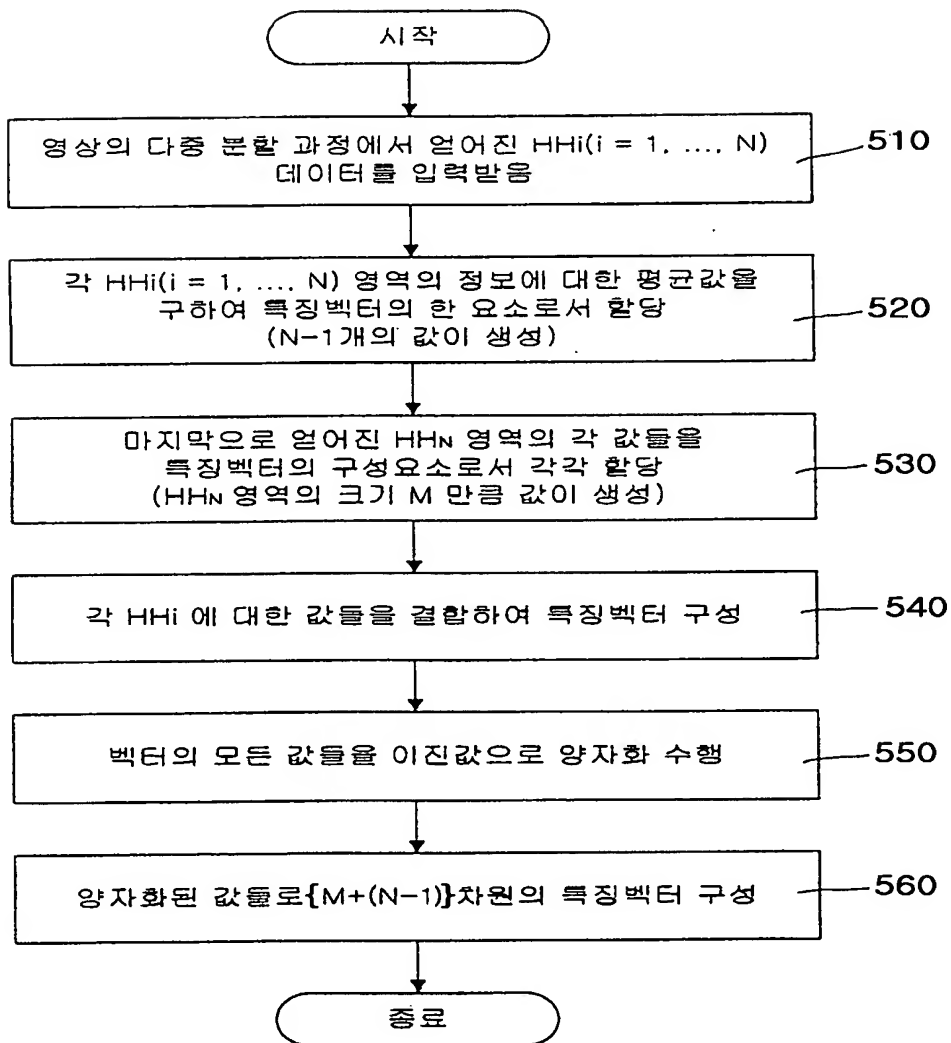
【도 3】



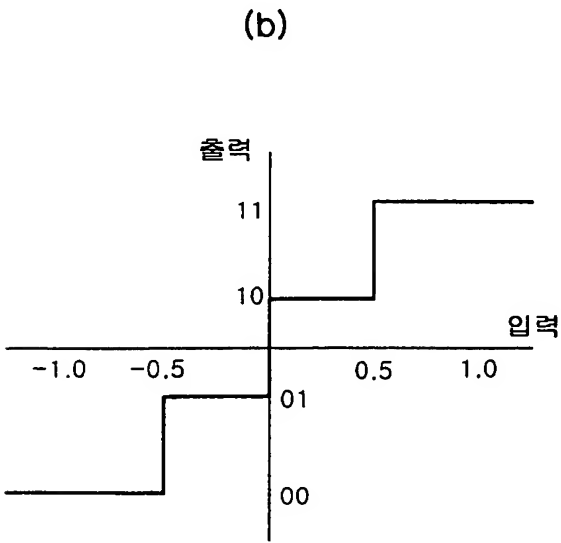
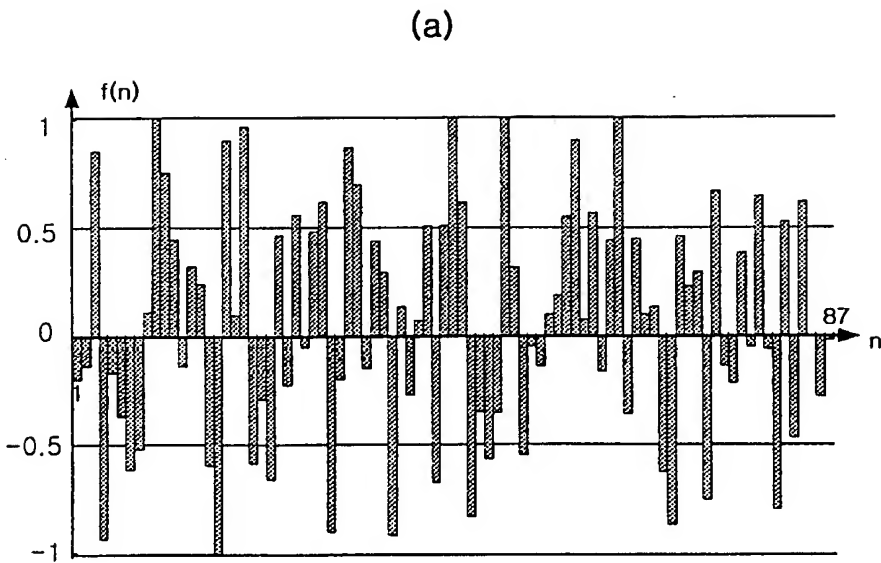
【도 4】



【도 5】



【도 6】



【도 7】

